

Sistema de control de calidad de granos de arroz pulidos empleando visión por computadora

Guillermo M Sampallo, Cristian Acosta, Mario Cleva, González Thomas Arturo
Grupo de investigación sobre inteligencia artificial - Facultad Regional Resistencia
Universidad Tecnológica Nacional
French 414 -H3500CHJ- Resistencia, Chaco, Argentina
gsampallo@gmail.com

Resumen

El objetivo de este proyecto es determinar un conjunto de descriptores morfológicos y de aspecto a partir de una imagen color de una muestra de granos de arroz pulidos empleando procesamiento digital de imágenes. Estos descriptores son el insumo de un sistema experto para clasificar tipo de grano y su calidad en forma objetiva según estándares.

El método desarrollado calcula los descriptores morfológicos y de aspecto en forma automática, independientemente de la posición en la escena y del número de granos. Los descriptores morfológicos son firma, elipse que mejor ajusta, alto, ancho, perímetro, área, factores de forma, superficie y volumen. Para comprobar la validez de los algoritmos de cálculo se los aplicó primero a modelos y se valuó su performance. Finalmente se los aplicó a muestras de granos de arroz de diferentes tipos y se realizó un análisis de los errores del método.

Los descriptores de aspecto básicamente de dos tipos: a) Determinísticos: porcentaje de píxeles con niveles de gris respecto de un umbral previamente definido empíricamente para definir si se trata de un grano normal, pancha blanca o yesoso. b) Estadísticos: empleando propiedades del histograma de cada grano.

Palabras clave: visión por computadora, segmentación, descriptores, calidad.

Contexto

La línea de I+D presentada es una continuación y profundización de proyectos desarrollados previamente por el grupo. Todos dentro de la temática de procesamiento digital de imágenes y la utilización de Inteligencia Artificial para la interpretación de los datos obtenidos por ese medio.

Introducción

El consumidor es cada vez más selectivo y exigente al momento de comprar. Los paquetes de

arroz comerciales actualmente presentan ventanas transparentes para observar el tamaño, la forma, el color, el aspecto y el tipo de grano. Esto trae como consecuencia la necesidad de optimizar las tareas de control de calidad para satisfacer dicha demanda. Actualmente la valoración de la calidad de los granos, basada en cualidades tales como tamaño, forma, color y defectos (quebradura, inhomogeneidad de color, daño por enfermedad) es realizada por inspectores humanos. El inspector hace este control en forma manual grano por grano, generalmente, en una muestra de 10 gramos (aproximadamente 600 granos dependiendo del tipo de grano) es una tarea tediosa y que introduciéndose un grado de subjetividad importante. Tanto el costo de la labor como la subjetividad de los resultados acentúan la necesidad de instrumentar sistemas objetivos y automáticos de control de la calidad. Una alternativa es la aplicación de la inspección visual automatizada, debido a su bajo costo relativo, robustez, adaptabilidad, velocidad, exactitud y objetividad en los resultados. El empleo de la visión por computadora y el software asociado para la clasificación de objetos son las herramientas cada vez más utilizadas en múltiples ámbitos de la industria y de los servicios. Particularmente en la clasificación de productos agrícolas y su empleo es creciente, debido a su bajo costo relativo y objetividad.

Los sistemas de inspección visual automática (Cámara-PC-Software) realizan tareas de adquisición, procesamiento y análisis de imágenes para la determinación de los descriptores que definen la calidad de un producto agrícola y/o alimenticio. Tienen la ventaja de realizar un análisis no destructivo. Por ello, los algoritmos que realizan el cálculo de los descriptores correspondientes a partir de una imagen están en permanente revisión para mejorar tanto la velocidad de cálculo como la reducción del error en sus resultados.

La limitación de este método es que no puede analizar el aroma, el sabor y la textura interna del producto, aunque las características que se obtienen del análisis del aspecto están fuertemente correlacionadas con los mismos. Es posible la

detección de un aspecto uniforme, es decir, ausencias de manchas que indican si un grano es sano y fresco.

Líneas de investigación y desarrollo

A partir de una imagen color de una muestra de granos de arroz, la muestra que se emplea es de 10 gramos y dependiendo del tipo grano en la escena hay alrededor de 600 granos, que están separados entre sí. Lo que se busca, básicamente, es desarrollar algoritmos que aplicados a ese tipo imagen permitan determinar descriptores morfológicos (tamaño y forma) y de aspecto (color y manchas) y conduzcan a realizar un adecuado reconocimiento y evaluar la calidad del producto.

Los ejes temáticos sobre los que se está trabajando son básicamente:

- 1) La segmentación de la imagen. Es un tema sensible porque presenta varios niveles de dificultad:
 - a. Diferenciación entre el fondo y los granos.
 - b. Individualización de cada grano.
 - c. En cada grano se debe detectar las características propias.
- 2) Los descriptores morfológicos bajo análisis son: firma, elipse que mejor ajusta, alto, ancho, factor de forma 1, área, perímetro, factor de forma 2, superficie de revolución y volumen de revolución. Este conjunto de descriptores se evalúa para cada uno de los granos de la escena y el objetivo es reducir significativamente el tiempo de cálculo de los mismos. Para ello se emplea solo datos obtenidos de la firma.
- 3) Los descriptores de aspecto bajo análisis son: textura (descriptores que surgen de la matriz de coocurrencia), color (análisis de las propiedades por banda color), manchas (reconocimiento de la región manchada y

calculo porcentaje manchado en la cara visible).

- 4) Construcción de una base de conocimiento a partir de los descriptores morfológicos y de aspecto, de modo que cada vez que una imagen nueva se procese, incorpore y actualice los datos en forma eficiente.
- 5) Construcción de un sistema experto basado en reglas que use la base para realizar la evaluación de la calidad de cada una de las frutas presentes en la imagen.
- 6) Generación de informes de tipo global sobre la muestra e individual por grano.

Resultados obtenidos/esperados

Determinación y validación de los descriptores morfológicos. Algunos resultados alcanzados

En la figura 1 se muestra en forma esquemática la forma en que se hace el registro de la imagen y las: segmentación de los granos respecto del fondo, binarización e identificación de cada grano, obtención de su contorno y del contenido de niveles de gris de sus píxeles (componiendo la imagen original con la que identifica cada grano).

La traza obtenida de cada contorno tiene un ancho de un píxel. Se desarrollaron los algoritmos que determinan el baricentro de cada grano y tomando como dato los píxeles del contorno se calcula la Firma (representación cartesiana $r(\theta)$), y a partir de ella, los siguientes descriptores: área, elipse que mejor ajusta, perímetro, alto, ancho, factores de forma, superficie y volumen de revolución.

Para evaluar el cálculo de los descriptores mencionados, se construyó con un editor una imagen con un conjunto de elipses de dimensiones conocidas. Las elipses son negras sobre un fondo blanco. Esta imagen puede considerarse una imagen binaria de granos.

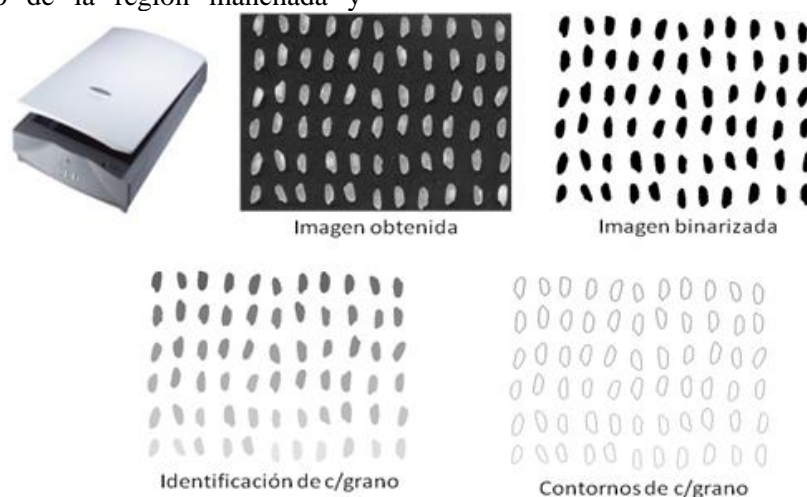


Figura 1: Operaciones de preprocesamiento

+

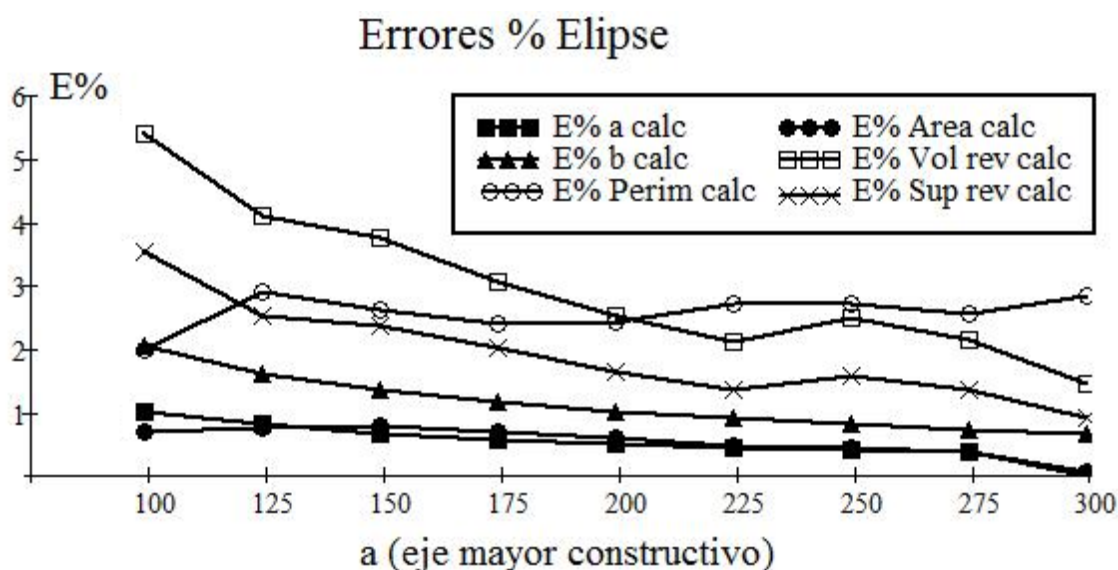


Grafico 1: Representación de los errores porcentuales de los descriptores en función del eje mayor constitutivo en píxeles

Los descriptores morfológicos de estas elipses se calculan en forma analítica a partir de sus valores constructivos, y se emplean como valores verdaderos para calcular el error del método.

En el Gráfico 1 se representan los errores porcentuales en función del eje mayor a en píxeles, para las figuras elípticas. Se observa que los errores porcentuales del método disminuyen al aumentar a . Para todos los descriptores, si $a > 100$ píxeles el $|E\%|$ se mantiene por debajo del 5.5 %, y si $a > 200$ píxeles por debajo del 3.3%. Con esta consideración resulta conveniente para minimizar el error se debe seleccionar la resolución no inferior a 300ppp de captura para las imágenes de las muestras.

Con la validación de la metodología para la determinación de los descriptores morfológicos, se avanzó en la construcción de un sistema experto basado en reglas que emplean los requerimientos de forma, tamaño y aspecto definidos por los estándares comerciales y por el Código Alimentario Argentino para la determinación de la calidad.

Tanto el preprocesamiento de la imagen de la muestra, para la obtención de los valores de los descriptores mencionados, como la aplicación del sistema experto y una base de datos con la información de los distintos tipos de granos se integró en un software que tiene como entrada una imagen color de la muestra. El resultado del análisis se presenta en forma de gráficos y tablas

de modo que el operador visualice todos los datos obtenidos en pantalla, tanto de toda la muestra como los obtenidos de cada grano. En las figuras 2 y 3 se muestra una captura de pantalla de los resultados. Independiente de esta presentación visual, el software está diseñado para emitir un informe impreso, conteniendo en forma organizada la información de las pantallas mencionadas.

Con el análisis de nuevas muestras se produce una realimentación en la base de conocimiento mejorando los datos existentes|.

Entre las actividades futuras están:

- Sustituir el registro de la muestra con scanner por una CCD para lograr mayor dinámica.
- Mejorar los algoritmos de segmentación con la finalidad de optimizar el proceso de separación de granos en contacto.
- Ampliar la base de conocimiento a las variedades de granos que normalmente se producen y se comercializan en la Argentina y países limítrofes.
- Estudiar la posibilidad de hacer el servicio online.

FORMACION DE RECURSOS HUMANOS

El equipo de trabajo está formado por cuatro investigadores categorizados estables y tres becarios de grado y uno posgrado.



Figura 2: Pantalla de resultado de la muestra.

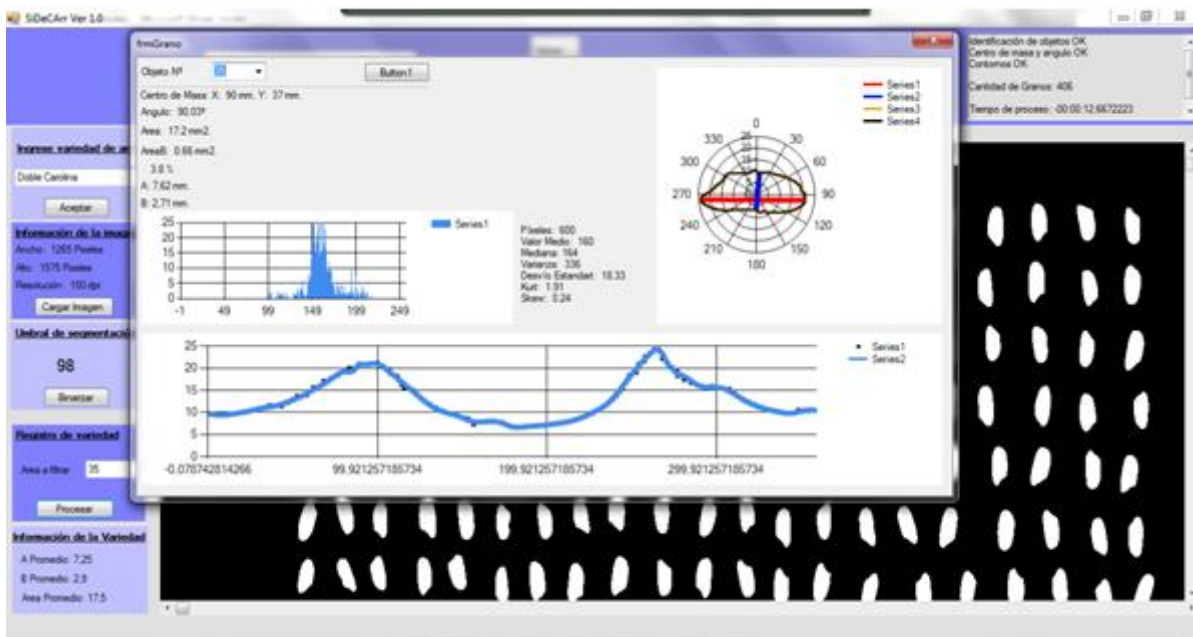


Figura 3: Pantalla de resultado de un grano

La relación con otros grupos del país se realiza a través de presentaciones a Congresos y vinculación a través de convenios institucionales. Integrantes del grupo dictó cursos de posgrado acreditados por la UTN y de capacitación en procesamiento digital de imágenes.

Referencias

- BEYER M., HAHN R., PESCHEL S., HARZ M. y KNOCH M. "Analysing fruit shape in sweet cherry" *Scientia Horticulturae* 96 (2002) 139-150.

- BOUNDIT JARIMOPAS y NITIPONG Jaisin An experimental machine vision system for sorting sweet tamarind *Journal of Food Engineering* Volume 89 Issue 3.(2008), Pages 291-297 - CASTLEMAN KENNTEH R. *Digital image processing*. Ed Prentice Hall (1996).
- Parker, J.R. *Practical Computer Vision*. Editorial J. Wiley & Sons Inc (N.Y.- USA)1994.
- DU CHENG-JIN y SUN DA-WEN Recent developments in the applications of image processing techniques for food quality evaluation. *Trends in Food Science & Technology* 15 (2004) 230-249.

- DU CHENG-JIN y SUN DA-WEN. Shape extraction and classification of pizza base using computer vision. *Journal of Food Engineering* 64 (2004) 489–496.

- DUDA, R., HART, P. Y STORK, D. (2001). *Pattern Classification*. 2ª ed. John- Wiley & Sons.

- G. VAN DALEN. Determination of the size distribution and percentage of broken kernels of rice using flatbed scanning and image analysis. *Food Research International* 37 (2004) 51–58

- GONZÁLEZ RAFAEL C Y WOODS E. RICHARD *Tratamiento Digital de Imágenes*. Prentice Hall. 3era edición (2007)

- GONZALES G.S. Y V.Y. MARIANO. Rice Seed Recognition, Matching and Variety Classification through Shape Analysis using Fourier Descriptors. *8th National Conference on IT Education (NCITE 2010)*, La Carmela de Boracay Convention Center, Boracay Island, 20-23 October 2010.

- IMAGENJ 1.43u.
<http://rsbweb.nih.gov/ij/index.html> Consulta 10/09/2011

- MERIAN J. *Dinámica*. 6º Ed. Madrid. Mac Graw Hill 1998.

- MINTON R y SMITH R. *Cálculo*. Volúmen I. 2º Ed. Mac Graw Hill. 2002, pag 351.

- McG SQUIRE D y. CAELLI TERRY *Invariance Signatures: Characterizing contours by their departures from invariance*. *Computer Vision and Image Understanding: CVIU* Volume 77, Number 3, March, 2000.

-SAMPALLO G, ACOSTA C, GONZÁLEZ THOMAS A, CLEVA, M. Medida de las Característica morfológicas de granos de arroz empleando procesamiento de imágenes: La Universidad Tecnológica Nacional - U.T.N. - en el Nordeste Argentino – N.E.A.
http://www.edutecne.utn.edu.ar/investigacion_fr_r/es/investigacion_fr_res.html.

-SAMPALLO GUILLERMO M., ARTURO GONZALEZ THOMAS, MARIO CLEVA. Sistema experto para evaluar la calidad de frutas. *Anales X Congreso Argentino de Ingeniería Rural y II de MERCOSUR*.
<http://www.cadir2009.unr.edu.ar/programa.php>

SAMPALLO GUILLERMO M., ARTURO GONZALEZ THOMAS, MARIO CLEVA. Cálculo de Descriptores de Calidad de Frutas Esferoidales mediante Procesamiento Digital de Imágenes. *Anales de las Jornadas de Informática Industrial - Agro en el marco de las 37 Jornadas Argentinas de Informática 2008 Santa Fe – Argentina*.
<http://www.37jaiio.org.ar/jii-ai/index.php?aceptados=1>

- TA YUAN WANG y SING KIONG NGUANG *Low cost sensor for volume and surface area computation of axi-symmetric agricultural products*. *Journal of Food Engineering* Volume 79, Issue 3, April 2007, Pages 870-877.